第12卷 第5—6期 昆 虫 学 报 Vol. 12, No. 5—6
1963年11月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Nov., 1963

粘虫(*Leucania separata* Walker)生殖的研究

I. 成虫的一般特性

郭 郛 吴秋雁 蔡惠罗 刘金龙
(中国科学院动物研究所)

摘要 粘虫生殖腺在蛹期已經发育完成，但雌蛾卵粒內卵黄尙未沉积，需要取食糖类作为补充营养后，才能发育成熟。羽化时雄蛾已具备成熟的精子。取食后能进行交配活动。

成虫寿命一般約15—20天，羽化后即进行生殖活动。其中产卵期比較长。雌雄蛾均在夜間一定时間內进行飞翔、取食、交配、产卵等活动。在本試驗中观察到粘虫一生最大产卵量接近2000粒，孵化率超过90%以上。雌蛾經人为地与雄蛾完全隔离后，能产下不受精卵，产卵量稍低，卵粒不孵化。

按照粘虫飞翔与生殖关系看来，粘虫的飞翔活动在性成熟前表現异常激烈。粘虫的飞翔的特征是：(1)由于粘虫羽化后即进入性活动期，雌蛾需要与雄蛾交配方能进行正常生殖活动，雄蛾強烈地追逐雌蛾，因而粘虫在性成熟时有剧烈的飞翔活动。(2)由于內在的生理周期节律的活动以及外激素或其他方法促使异性互相吸引，所以雌雄蛾同时、同在一起飞翔，在交配前或产卵前大规模飞翔。(3)由于粘虫各个虫期无滞育現象发生，粘虫发育所要求溫度变化幅度在5—35℃之間，所以当粘虫在幼期遭受某些不利因子刺激后，在成虫期往往引起特殊的反应，促使成虫进行有利于生存的趋避活动，发生迁飞現象，以便达到粘虫为本身或后代选择适宜的生境区域。

一、前 言

粘虫是农作物的重要害虫之一，发生规律至今尙未完全解决，特别成虫迁飞、幼虫迁移时，"来无踪、去无影"，給害虫的預測預报及防治工作造成很大困难。現在初步从粘虫生物学与植物保护的关系看来，粘虫具有下列几个重要特点：(1)幼虫有成羣习性，常常集中为害，成羣迁移，严重地毁損庄稼，有人把它归于暴食性昆虫一类；(2)成虫具有成羣迁飞习性，飞翔能力极強，常常从一地飞至数百公里以外，产卵孵化，扩大为害面积；(3)整个生活史較短，每年能发生数代；(4)成虫生殖力較強，每一代虫口数量較多，为害性大；(5)分布面积較广，現在发現广东、广西、四川、湖南、湖北、河南、河北、山东、江苏、福建、辽宁、吉林等主要經济作物区，均有粘虫踪迹。

报告中主要数据系1960—1962年的工作結果，文中討論了粘虫成虫生殖腺的基本构造，粘虫成虫生殖期的飞翔、取食、交配、产卵等特征，粘虫的产卵数量及其主要的影响因子，人为強迫粘虫雌蛾不交配而产卵对后代虫口数量的意义，最后特别討論了粘虫的迁飞問題。

二、材料与方法

粘虫的飼养和观察均在室內进行。幼虫用68 × 34 × 16厘米长方形鉄紗籠飼养，較

本文承陈瑞瑾同志繪制部分插图，林泽滨、項秀芬同志供給部分試驗材料，并参加試驗，特此志謝。
(本文于1963年3月19日收到)。

小龄期幼虫放在圓形玻璃缸內飼育，缸的直徑和高度分别为 20 厘米和 23 厘米。幼虫飼料以玉米叶为主。待幼虫老熟后放进盛有土的玻璃缸內，于室温下化蛹与羽化。

进行生殖活动观察时，把第一天羽化成对正常的蛾分別放入 4 个同等大小的鉄紗籠，其长、寬、高均为 35 厘米。用細口玻璃瓶內盛 20% 蜂蜜倒掛于籠內，供成虫取食。每日增添一次，并在籠內放置稻草稈供其产卵。

夜間观察时，除在定时观察时間內借紅灯观察外，其他均在暗黑的室內进行，白天是放在自然光綫下。

正常生殖力的观察是将成虫分单对(1♀×2♂)和集羣(5♀×5♂; 10♀×10♂)两种飼养方式。为了保証雌蛾交配，所以一个雌蛾与两个雄蛾放在一起。单对的飼养在高 9 厘米，口径 5.5 厘米的广口瓶內，放谷草一段，食料为 10% 蔗糖液或蜂蜜水，装在口径約 0.5 厘米的特制玻璃器內，并倒掛于广口瓶中，瓶口用紗布封蓋；集羣的分别飼养在 13 × 16 厘米和 15 × 23 厘米的玻璃缸內。其他条件与单对飼养的相同。

孵化率的检查，在成虫产卵中期取 300—500 粒，放在 2.5 × 8.5 厘米玻璃管內，保持一定温湿度，每天查看孵化幼虫数。

三、观察結果

（一）粘虫成虫內生殖系統的构造

粘虫系鱗翅目夜蛾科昆虫，它的內生殖系統的构造上与其他夜蛾科种类非常相似。粘虫成虫寿命較短，內生殖系統在羽化时已完成发育，但雌性成虫卵粒尚未完全长大，卵黄也未沉积，所以成虫期还需要补充营养，方能完成卵粒发育。

1. 雌性成虫的生殖系統

粘虫雌性成虫生殖系統的构造，可分为卵巢、輸卵管、交配囊、受精囊、粘液腺等数部分（图 1）。产卵管周围有乳状突起，主要是保护卵粒产出（图 2）。

2. 雄性生殖系統

粘虫雄性成虫的生殖系統可分睾丸、輸精管、儲精囊、附腺、射精管等数部分（图 3）。雄蛾体內成熟精子均包裹在精子束內，并不散开（图 4）。

（二）雌雄性引誘腺問題

粘虫成虫在夜間寻找异性而进行飞翔活动，但雌雄蛾如何互相发現的問題，早受到人們的注意。鱗翅目一些昆虫成虫具有性引誘腺，已是众所周知的事实(Imms 等，1957)。雌雄蛾利用引誘腺所发散的微量化学物质来吸引异性。我們从粘虫成虫身体上找到一些特殊的构造，这些构造可能是雌雄蛾性引誘腺之所在。

1. 雄蛾散香刷　粘虫雄蛾的散香刷着生腹部第一节腹面的两側，刷毛一直延伸到腹第四节。刷柄連着一块薄膜，刷柄內部附着很多肌肉。刷身近圓形，上面着生許多較长的鱗毛，宛如牛尾（图 5）。散香刷平时放在第一节到第四节的两側，第一节第二节腹板骨片已适当地变形，恰巧能够嵌放散香刷。第三、四节腹板稍为下凹，并无特别的变化。此刷能否放出激动异性物质，尚待进一步証明。

Stobbe (1912) 在某些夜蛾科种类中描述了这一构造，Callahan (1960) 在一点粘虫等虫中也报导雄蛾散香刷的位置。

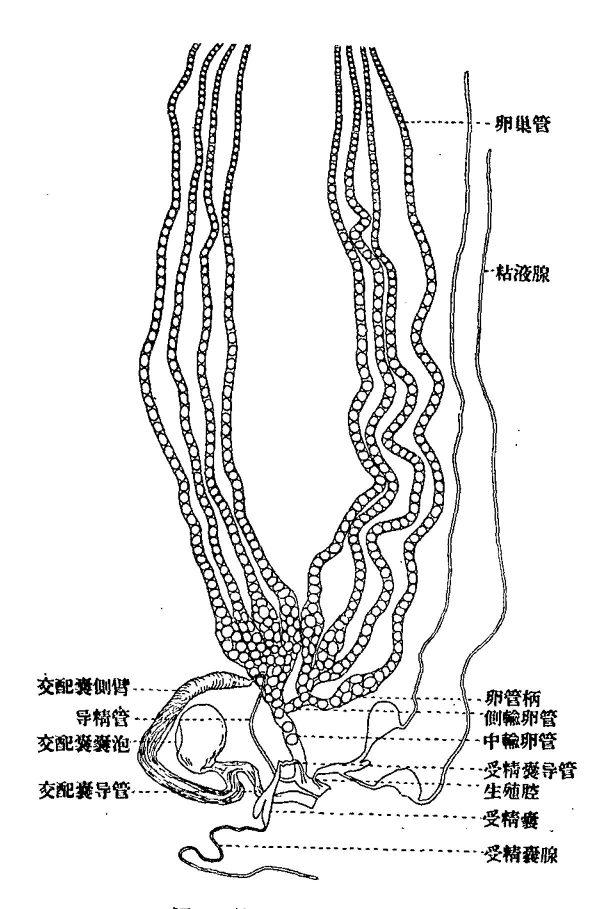


图 1　粘虫雌蛾的內生殖系統

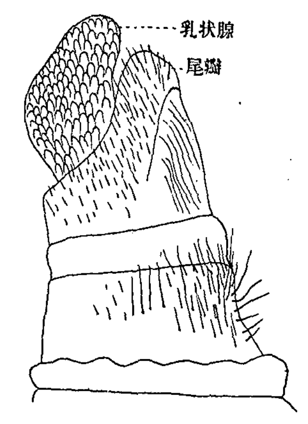


图 2　粘虫雌蛾腹部末端构造。按压腹部后，乳状腺从产卵孔向外伸出，节間突起呈現泡状。

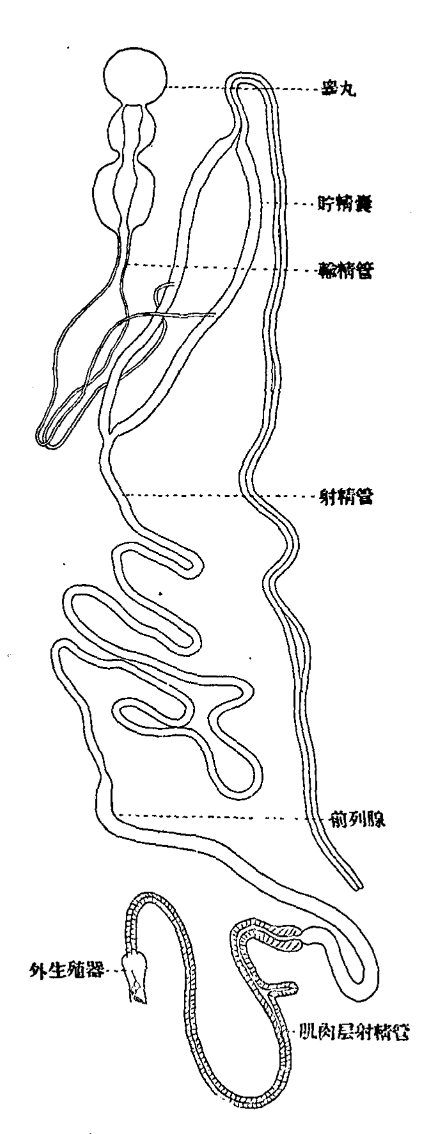


图 3　粘虫雄蛾內生殖系統

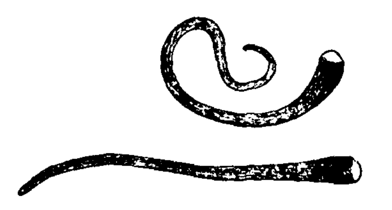


图 4　粘虫雄蛾的精子束

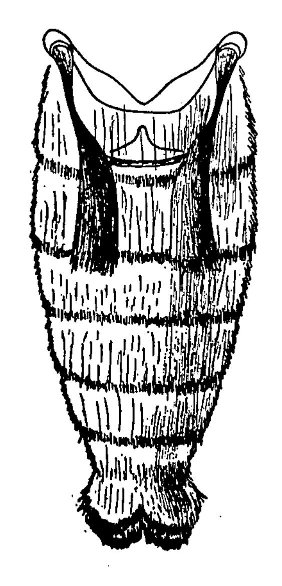


图 5　粘虫雄蛾腹部腹面散香刷的位置。散香刷折放于第三腹节的折縫内，图示被拉出的散香刷。

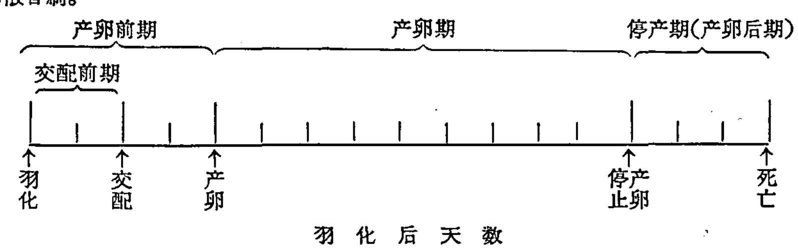
在雌蛾腹部的相对位置上找不到散香刷的存在。

2. 雌蛾性誘腺問題　在雌蛾身体上还沒有完全肯定引誘腺的位置，从外形上看来，雌蛾腹部第 7—8 节之間，节間膜呈亮黄色，并出現不規則的泡状突起。从組織学上初步观察到粘虫腹部第 9 节背部，第 8—9 节，7—8 节間膜上有分泌活动的細胞。这些特殊构造可能在产卵前具有性引誘腺的功能。在粘虫夜間飞翔观察中，雄蛾強烈地追逐雌蛾。我們設想，雌蛾能散放一些特殊的气味，使雄蛾測知其所在。

Hammad 等 (1958) 在斜紋夜蛾 *Prodenia litura* 腹节第 9 节，找到性引誘腺的分泌細胞。Flaschenträger 等 (1957) 从其中分离出性誘素。

(三) 粘虫成虫生殖时期的分期

按照粘虫成虫生殖活动的規律，我們将整个粘虫成虫生活时期分为下列几个活动期。粘虫成虫寿命在室內飼养观察中，成虫寿命最长不超过廿天，一般在十天到十五天左右。成虫期主要活动是以生殖活动为中心。我們以雌蛾为例图解如下：



(四) 粘虫成虫生殖期的活动

粘虫是属于夜蛾科的昆虫，它的活动具有夜間活动特性的。整个成虫期的活动主要是围繞生殖为中心而进行。雌雄成虫羽化后，便开始了一系列正常的活动，下面分成取食、飞翔、交配、产卵四項来討論。

1. 取食活动(图 6, 7, 8, 9)

在自然情况下，常常观察到黄昏时候粘虫大量出动，取食植物花蜜，或吸取蚜虫所排出的蜜露。我們在室內飼养观察，也发現粘虫白天取食量少，而夜間取食量多。我們利用一种倒掛的小口玻璃瓶，放入一定量的葡萄糖液，放入飼养籠中，每天上午 8 时及下午 6 时各加入若干葡萄糖液，并減去每天的蒸发量，这样可以估計粘虫日夜的食量。我們发現粘虫夜間的食量远远超过白天的食量，夜間取食的习性是异常明显的(图 6)。另外，在 24 小时日夜观察中，并且也发現粘虫夜間的飞翔活动首先是寻找食物。从粘虫的取食与卵巢发育关系看来，粘虫一定要获得必需份量的补充营养后，卵巢方能发育成熟。粘虫一生取食量也是羽化后一、二天最高(图 7)，以后逐漸下降。粘虫的取食对飞翔、交配、性成熟等起重大的作用。

2. 飞翔活动 (图 7, 8, 9)

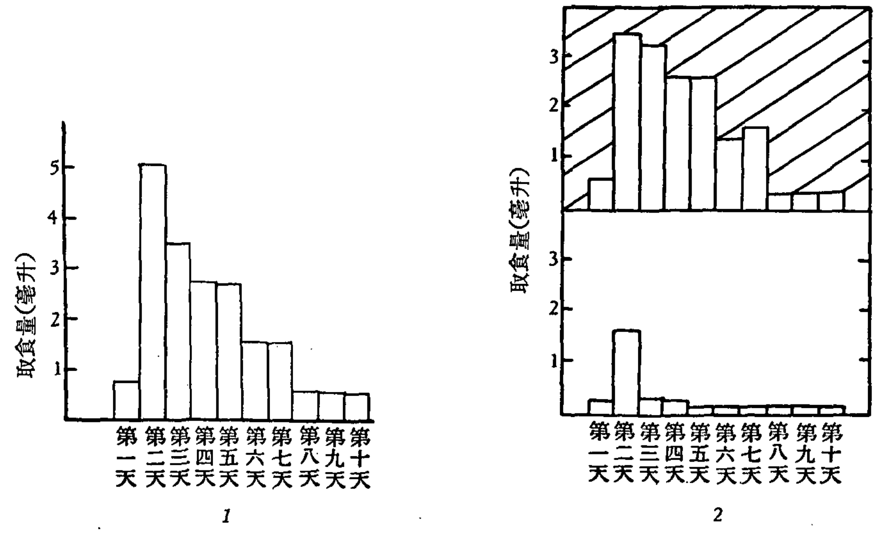


图 6　粘虫成虫取食量的变化。食物系 10% 葡萄糖液；虫数是 10 头（5♀×5♂）成虫。*1*—每天食量的比較。*2*—日夜食量变化比較。带黑影者系夜間食量，白底系白天食量。

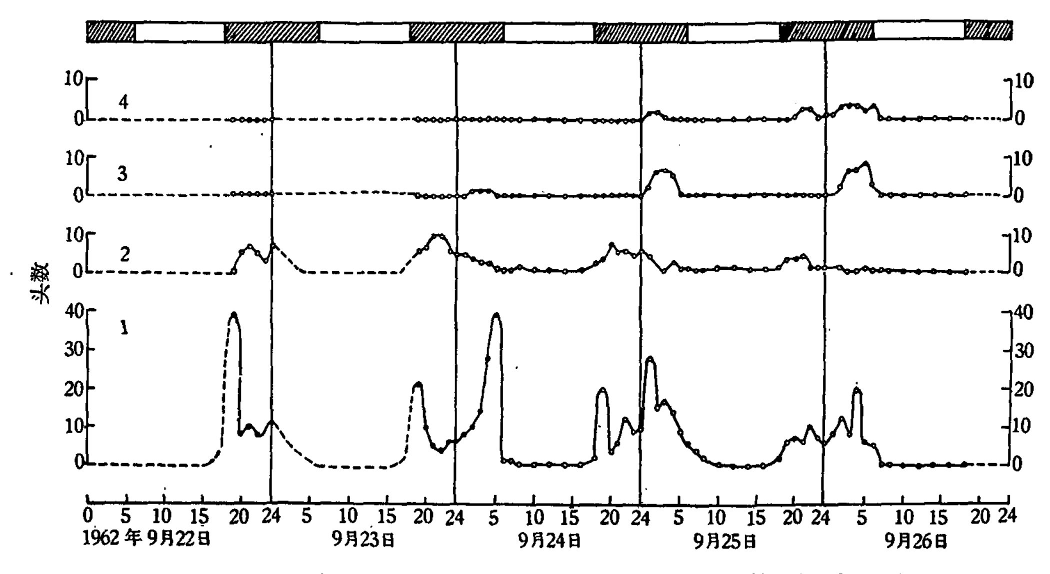


图 7　正常雌雄成虫（25 头♀×25 头♂）的飞翔 *1*、取食 *2*、交配 *3*、产卵 *4* 的日夜活动规律。黑綫框系北京地区日出日落时間。雌雄蛾均为 1962 年 9 月 22 日羽化。

粘虫羽化展翅后可以立即飞动，寻找蔭蔽場所，但必需食入大量补充营养后，方能持久飞翔。依照成虫一生中飞翔活动情况看来，飞翔活动主要与取食、寻找异性、交配、迁移等有关。雌蛾还需寻找产卵場所。雌雄交配前飞翔活动最为頻繁。粘虫主要在夜間飞翔活动，白昼极少飞行，形成昼伏夜飞的活动規律。在 24 小时連續观察試驗中，成虫在下午日落后开始小規模飞翔，主要为取食，午夜 12—4 时形成飞翔最高峯，主要是雌雄性互相寻找所形成的性飞行，第二天黎明前又停止飞翔。在适宜的环境条件下，羽化初期的成虫主要是取食的飞翔，获得一定的补充营养后，羽化后二、三天的成虫主要是寻找异

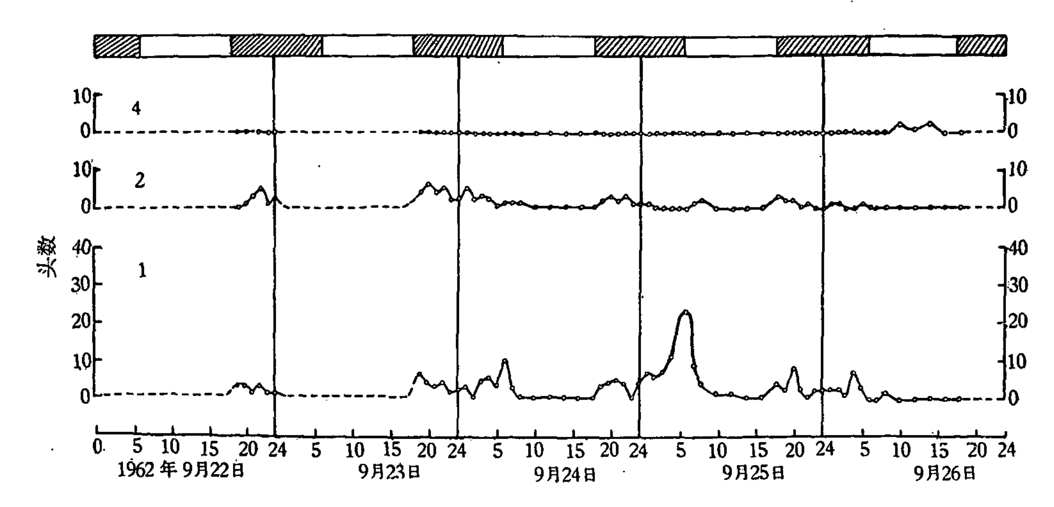


图 8 人工強迫孤雌生殖的雌蛾(25 头♀)的飞翔 *1*、取食 2、产卵 *4* 的日夜活动規律。黑綫框系北京地区日出日落时間。雌蛾系 1962 年 9 月 22 日羽化。

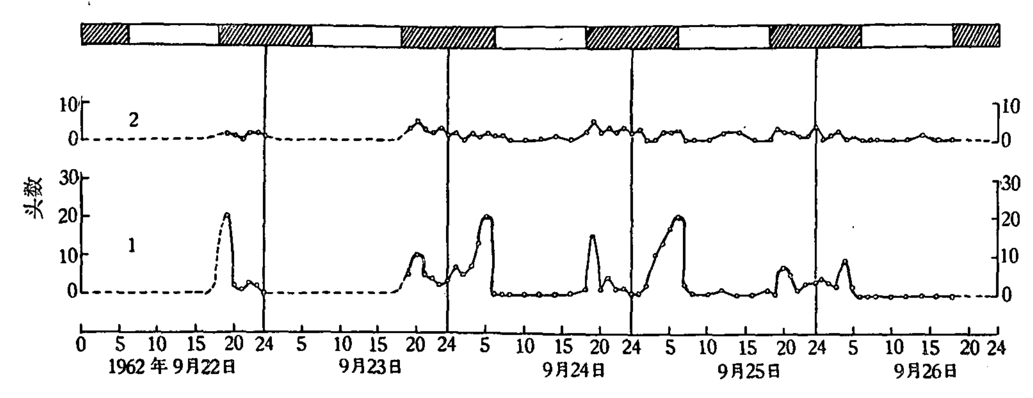


图 9 人工隔离的雄蛾(25 头♂)的飞翔 *1*、取食 2 的日夜活动規律。黑綫框系北京地区日出日落时間。雄蛾系 1962 年 9 月 22 日羽化。

性而飞翔,特別是雄蛾的活动更是明显。雌雄交配以后,雄蛾的活动仍以寻找异性再継續交配为中心,雌蛾除去上述的目的外,尙需寻找适宜場所进行产卵活动。

3. 交配活动(图 7)

粘虫主要在夜間进行交配活动,白天几乎看不見雌雄在交配。成虫羽化后三、四天內便可以观察到雌雄交配活动。粘虫交配时間一般是夜間 12 时到早晨 6 时, 早晨 2—4 时交配的对数最多。夜間雌雄取食后, 飞翔活动更为剧烈而相互寻找异性。雄蛾似对雌蛾特别敏感, 雄蛾四处飞翔寻找雌蛾。当雄蛾飞翔接近雌蛾时, 便以触角和喙触动雌蛾腹端,如果雌蛾不避开,雄蛾很快用张开的外生殖器鉤住雌蛾腹端而进行交配。交配时雄蛾不断地振翅。

雌雄交配时間約一小时左右,最长可达二小时。从解剖雌蛾交配囊內精包数看来,一个雌蛾一生交配不止一次,我們在交配囊中解剖出二、三个精包。

从連續 24 小时数天的观察中,我們看到:

(1) 雌雄成虫在羽化后第二天就可以发生交配行为, 第三、四天交配对数較多,由此

証明粘虫羽化第二天已达性成熟阶段；

（2）雌雄交配前寻找异性飞翔活动最为頻繁；

（3）雌雄交配时間都在夜間 12 时到次晨 6 时之間；

（4）雌雄可以多次交配。

在飼养条件不良或其他情况下，籠內雌雄蛾也有交配后不能脫开的現象。雌蛾往往拖着雄蛾爬动，雄蛾多半先行死亡。

4. 产卵活动（图 7，8）

粘虫的产卵活动一般是在夜間进行。当雌蛾卵巢发育成熟后，便寻找产卵場所。粘虫喜欢产卵在谷草叶縫中。产卵时雌蛾紧抱草稈，尾端插入草縫中产卵。雌蛾尾端产卵孔內有一个圓筒形的乳状腺突起，突出后非常像一个"荔枝"外壳。雌蛾腹部末端产卵的尾瓣是左右扁平，呈楔形，又能左右摆动，产卵时尾瓣能插入草縫中。卵产出时周围被柔軟的組織所包裹，所以不容易受到伤害。等到卵粒安放停当后，乳状腺突起便又縮入产卵孔中。卵粒外有一层胶质，因而卵能粘附草中不易脫落。一些过老的雌蛾或产卵后被胶住的雌蛾，往往尾端明显地露出乳状腺突起，不能縮入。雌蛾产卵期間，几乎每天夜晚都在一定时刻內产下卵粒。白天偶尔可以观察到老的粘虫雌蛾产卵。

一生与雄蛾完全隔离的雌蛾的产卵活动并无特殊的表現，不过它們的产卵活动的发生日期較正常的略迟。

（五）粘虫的生殖力

1. 产卵数量

粘虫的生殖能力是比較大的，粘虫在交配后一、二天內开始产卵，每天夜晚連續不断地产卵，一直到死亡前为止。用单对飼养或集羣飼养来观察成虫一生的生殖力，表 1 列举了粘虫的产卵数量与卵的孵化率。記录中发現一头雌蛾的最高产卵数达 1943 粒，一般是 800—1000 粒，少的也有 200—300 粒（图 10）。

从粘虫一生中产卵数量的分布看来，初步观察到产卵初期产卵粒数最高，以后逐漸降低，图 11 比較了粘虫一生中每天产卵数量。

在正常环境条件下，粘虫卵的孵化率是比較高的，基本上高达 90% 以上，而卵的孵化

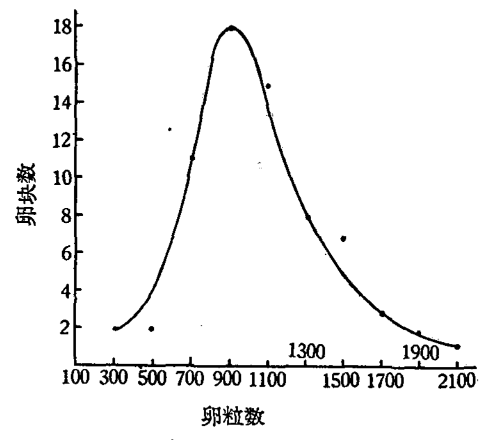


图 10　粘虫卵粒数分布頻率（統計 69 块卵粒）

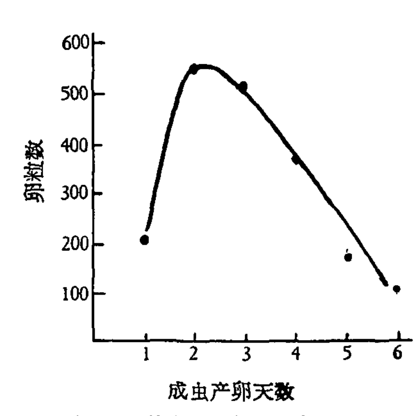


图 11　粘虫雌蛾每日产卵数量

表1 粘虫的生殖力

飼养方法	試驗日期	累計組数	平均产卵前期(天数)	平均产卵期(天数)	平均产卵粒数	平均孵化率 %	成虫寿命(天数)		备注
							♀	♂	
单对飼养(1♀×2♂)	1961年5月23日—6月17日	9	5.1	4.1	1006±250.1*	96±3.2	9.2	12.8	溫室內
	6月13日—7月5日	10	4.8	5.7	780±210.2*	99±0.2	11.9	12.9	
	8月21日—9月6日	9	6.1	4.8	811±156.5*	98±3.1	10.7	11.5	
	9月10日—10月3日	7	7	5.5	1029±136*	100	12.7	16.8	
	1962年4月9日—4月30日	7	7.2	6.4	1315±299.2*	94±6.2	13.5	13.6	
	5月14日—6月3日	7	5.4	4.7	949±263.1*	100	9.9	14.7	
	6月5日—6月23日	8	5.8	5.1	859±174.8*	100	10.6	12	
	11月5日—11月24日	10	5.1	5.7	1185±271.3*	100	10.3	12.6	
集体飼养	1962年4月19日—5月6日	8♀×11♂	6	12	703	84	12.3	8.9	
	5月7日—5月22日	10♀×7♂	5	11	477	89	9.6	9.4	
	5月23日—6月8日	10♀×10♂	3	7	752	98	9.4	14.7	
	6月7日—6月26日	5♀×5♂	4	9	731	100	9.4	13.7	
	6月17日—7月4日	5♀×5♂	3	10	741	100	10.7	12	
	6月25日—7月15日	5♀×5♂	4	6	726	97	9.2	14.2	
	7月1日—7月21日	5♀×5♂	3	10	739	100	8	13.4	
	9月25日—10月11日	4♀×4♂	4	5	559	100	8.2	14.5	
	9月26日—10月13日	5♀×5♂	5	9	960	100	—	—	

* 平均数及标偏誤差。

率似与产卵的先后次序无关。

2. 食物对粘虫生殖的影响

粘虫成虫一定要取食后卵巢方能发育，在野外情况下粘虫成虫非常欢喜取食植物花蜜或蚜虫的蜜露，究竟粘虫取食那一些食物种类，我們初步进行了比較观察。用水、盐类溶液、甘氨酸、葡萄糖等进行試驗，初步肯定粘虫成虫一定要取食碳水化合物后，卵巢方能发育。粘虫幼虫期儲存大量的营养物質，足够供給蛹期生殖系統发育时的需要。虽然成虫期雌蛾卵粒内卵黄尚未沉积，但所需要的蛋白質、脂肪等重要营养物質，或者已完全儲备待用，或者由食入的碳水化合物經中間代謝途径轉化而成。这种食物范围較窄，只需要某一种类物質就足使卵巢发育，其他营养物質已在幼虫期儲备或由食入物質轉化，从营养与生殖关系看来，这种类型是属于补充营养的类型。

表2 不同营养物質对粘虫卵巢发育的影响

食物种类	浓度	雌雄对数	产卵	孵化	成虫寿命(天数)
水		10	−	−	3
氯化鈉	1%	10	−	−	2
甘氨酸	10%	10	−	−	3
葡萄糖	10%	10	+	+	10

由表上可知：粘虫成虫食物中已不需要无机盐类、蛋白質、脂肪等，只要碳水化合物作为唯一的营养物質来源，卵巢即可完成发育，产后卵正常孵化。

3. 粘虫生殖腺发育的温度范围

粘虫生殖腺在蛹期基本上发育完成。我們把蛹放在不同温度中，待其羽化后，将成虫放在室温中观察它們交配、产卵及其卵孵化率。我們发現蛹在 35℃ 或 5℃ 温度中，羽化的成虫多半翅展不良，即使雌蛾能产下卵粒，卵也不能孵化。

表 3　蛹期发育所遭受的温度对成虫產卵及孵化的影响

蛹期生活溫度(℃)	雌雄对数	产卵	孵化
5	20	–	–
10	20	+*	
15	20	+	+
20	20	+	+
25	20	+	+
30	19	+	+
35	15	–	–

* 雌蛾与正常雄蛾交配后，可以产下卵粒，但受过低溫处理的雄蛾早死。

（六）不交配雌蛾的产卵

在正常情况下，雌雄粘虫生活在一起，交配受精的机会較多。但粘虫是否有孤雌生殖現象？孤雌生殖对虫口数量有什么影响？这是研究粘虫生殖問題应該了解的。我們在室內单独飼养雌蛾，进行人工隔离，将雌雄完全分开，发現雌蛾即使不与雄蛾交配，仍然产下卵粒。但其产卵前期有时較长，产卵不整齐，最重要的是这种雌蛾所产的卵粒，在我們試驗观察过程中，并未发現有幼虫孵化出来，結果列于表 4。我們初步訊为粘虫在雌蛾与雄蛾完全隔离情况下，雌蛾可以产卵，但产卵量較少，卵粒不能孵化，所以这种单独隔离的雌蛾产下的卵，对后代虫口数量消长变化关系較小。

表 4　不交配雌蛾与交配雌蛾生殖的比较

雌蛾类别	飼养方法	飼养日期	雌蛾数	产卵前期(天数)	产卵期(天数)	产卵粒数	孵化率%	成虫寿命(天数)
不交配雌蛾	单独飼养	1961年8月22日—9月6日	9	5.4	6.3	421±202	0	11.6
	合羣飼养	1961年3月30日—4月13日	20	4	10	245	0	10.2
交配雌蛾	单独飼养	1961年8月21日—9月6日	10♀ 20♂	6.2	5.1	811±157.1	98±3.1	♀ 11.1 ♂ 12.7
	合羣飼养	1961年3月30日—4月19日	8♀ 9♂	3	6	669	94	♀ 8 ♂ 7

四、討　　論

（一）粘虫成虫迁飞問題

粘虫夜間飞翔，人們不易观測，对它的生活习性了解不够，往往訊为粘虫"来无踪、去无迹"。实际上这是一个粘虫迁飞的問題。近来从各地捕获到标記后释放的蛾子来看，粘虫具有迁飞的特性，已經初步肯定。但粘虫为什么要迁飞？粘虫迁飞具有哪些重要特点？討論的人尚少。我們試图从生殖与飞翔关系来闡明粘虫迁飞的一些特性。

飞翔实际上是具翅昆虫一个特有的属性。但由飞翔而引起长距离、有方向的迁移，这是要以不同昆虫种类所具有的生物学特性来决定。所謂迁飞就是从一个生境区迁到另一个相同或不同的生境区而完成的飞行。迁飞可以看作昆虫的一种趋避运动。我們假定迁飞能使昆虫从目前一个不适宜該种生活的环境，在較短时間內迅速地轉移到适宜的生活环境。迁飞所具有的生物学意义是:(1)为該种成虫本身选择适宜的居住区域;(2)为后代选择适宜居住区域。迁飞后所起的效应是: (1) 該种昆虫分布面积及空間的轉移,这种分布面积和空間可能扩大也可能縮小。(2)使該种昆虫成虫本身及后代生长良好,也可能使成虫本身大量死亡或后代生长条件不利。

从生殖生物学观点看来,除去迁飞昆虫具有強大的飞行器官和适应于飞行的构造,以及体內儲存一定量的能源物質外,从两性关系上来看,迁飞时要具备下列特征:(1)雌雄同时起飞;(2)雌雄羣聚在一起迁飞;(3)交配产卵前迁飞。

我們可以設想:如果只有雄性迁飞,无法产下后代,这种迁飞不具有生物学意义;如果只有雌虫迁飞,除非雌虫具有孤雌生殖能力,不然同样地无生物学意义,一定要雌雄同时同在一起迁飞。在交配产卵前迁飞的意义上,我們認为雌虫已經产过卵后再行迁飞,只能表現为成虫找寻适宜生活場所;在产卵期中迁飞,雌体已經孕卵,身体較重,在雌雄相对飞行能力一定受到影响。除非雌虫具有間歇产卵机制,雌雄具有間歇迁飞特性外,絕大部分昆虫都是在产卵前迁飞。

我們观察粘虫成虫的飞翔与生殖习性后,看出粘虫具有下列重要特征: (1) 羽化后雌雄蛾基本已达到性成熟阶段,特别是雄虫已具有完全成熟的精子; (2) 成虫羽化展翅后立即能进行飞翔活动,取食糖类补充营养后,更能作大規模持久的飞翔; (3)雌蛾需交配后,卵巢方正常发育,卵受精后才能孵化; (4)雌雄蛾具有在夜間同时飞翔活动的特点; (5)雌雄蛾相互追逐而飞翔,在雌雄身体上具有近似吸引异性的外激素分泌器官与听器; (6)雌雄蛾在交配前飞翔活动特別強烈。

从数年飼养观察中,粘虫的各个虫期并不发生滞育現象; 另外,粘虫的各个虫期所能生活的溫度范围比較狹窄,根据我們的試驗及林昌善先生的报告(1958 年),卵、幼虫、蛹、成虫四个虫期所能忍受的最高最低溫度幅度在 5—35℃ 之內。蛹期要求的适宜的相对湿度范围在 50—95%,高于或低于这个溫湿度范围皆使粘虫生长不良,甚至可以引起死亡。所以从粘虫个体发育的特点来看,在幼虫期、蛹期遭受不利的刺激后,到了成虫期,粘虫一定要选择适宜的生活地区来避免冬季严寒与夏季高溫、高湿以及其他不利因子的袭击。

由于粘虫在长时期历史演化过程中,逐步形成在一定时間內活动的內在控制节律,当环境条件变化时促使这个活动节律出現,所以雌雄成虫均在夜間一定时刻內活动,因而保証了雌雄成虫同时飞翔。

所以我們認为粘虫的迁飞与生殖活动关系非常密切,主要表現在: 雌雄同时起飞,交配前发生大規模的飞翔,雌雄互相追逐成羣而在一起飞翔,飞翔后再进行交配活动而产下卵来,达到雌雄亲代为后代选择适宜生活区域的目的。

粘虫的迁飞发生后,只能轉移粘虫分布区域,引起分布区的扩大或縮小。但粘虫数量多寡問題,则与粘虫生殖力有关。另外并不是每一代粘虫皆大規模迁飞远去,特别当时环境条件适宜于粘虫生活,发育过程并无不良刺激,飞翔过程中又无特别的影响,粘虫經过

一定的飞翔活动后,仍可能留在原地产卵。

(二) 粘虫生殖特性与其他粘虫的比較

从文献中我們看到有关另一种粘虫——一点粘虫 *Pseudaletia unipuncta* 的生殖生物学的报导，过去我国一些科学工作者也往往用 *Pseudaletia unipuncta* 作为我国粘虫的名字,究竟一点粘虫是否在中国境內存在，尙待努力采集研究外，現在比較这两种粘虫生殖生物学特性,我們发現除前面已經提及生殖腺某些部分差异及命名不同外,在生殖习性方面这两个种并无特殊的区别。現将它們的异同列下:

表 5　我國粘虫与一点粘虫生殖特性的比較

比 較 項 目	粘虫 *Leucania separata*	一点粘虫 *Pseudaletia unipuncta*
寿命	♀ 12 天, ♂ 14 天	11 天
产卵前期	3—4 天	3 个夜間
产卵期	8 天	8 个夜間
产卵能力	300 × 8 = 2400	290 × 8 = 2320
最高产卵数	1943	1611
交配	多次交配	多次交配
不交配产卵	能产卵	不能产卵
不交配雌蛾产下的卵	不孵化	—
資料来源	本　文	Callahan (1960)

五、結　論

从本工作的观察与試驗結果中,我們得到一些初步的結論和看法。

1. 粘虫成虫期主要以两性生殖为中心而进行活动，羽化时粘虫的生殖系統已基本发育完成,雄虫睾丸中已有长成的精子束,只是雌蛾卵粒未完全成熟,卵粒中卵黄尙未沉积。

2. 雄蛾腹部第一节腹面生有散香刷。雌蛾产卵孔內有特別的乳状腺，乳状腺在产卵时能保护产出的卵粒。雌蛾腹部第 7 节节間膜比較柔軟,表面显出某些不規則的突起,从組織学观察发現有一些分泌活动的細胞,是否从其中散出一些化学物质来引誘雄蛾,这是值得注意的地方。

3. 雄蛾內生殖系統初步分为睾丸、輸精管、儲精囊、附腺、射精管以及肌肉层射精管等数部,精子包在精子束內，精子在雄蛾体內不能泳动。雄蛾交配时，传递精包入雌蛾体內。

4. 雌蛾內生殖系統分为卵巢、受精囊、交配囊、粘液腺等数部,精子在受精囊內自由泳动。

5. 成虫取食的范围較窄，只需要取食糖类作为补充营养，就可以維持正常的生殖活动。粘虫取食活动在黃昏时发生,羽化后三、四天內取食量最多,以后食量下降。

6. 粘虫成虫羽化展翅后能开始飞翔，但需获得补充营养后方能維持长久的飞行。飞翔活动主要表現为取食、寻找隐蔽場所、追逐异性、交配等,雌蛾特別具有产卵的活动。

7. 雌雄蛾均在夜間一定时刻內进行飞翔活动,交配前寻找异性的飞翔特別剧烈,雄蛾強烈地追逐雌蛾,在羽化后第二、三天这种飞翔活动比較显著，雌雄蛾在飞翔后方进行交配活动,交配后飞翔活动下降。粘虫的交配活动也在夜間一定时刻內发生,雌雄蛾能多次

交配。

8. 雌蛾需交配后卵巢方能正常发育，雌蛾不經交配也可以产卵，但产卵前期延长，产卵量較少，所有产下的卵粒不能孵化。

9. 雌蛾在夜間一定时刻内产卵，产卵数量以开始产卵二、三日最高，以后数量下降。正常雌蛾最多可产 2000 粒左右，多数产 800—1000 粒，最少产 200—300 粒。

10. 雌蛾除掉需与雄蛾交配刺激外，其他如成虫期的食物以及蛹期所遭受的温度等，皆对产卵数量有一定的影响。除糖类而外的物質，如水、无机盐类、氨基酸等喂养雌蛾后，均使雌蛾早死，不能产下卵粒。

11. 雌雄成虫寿命最长的不超过 20 天，一般在 10—15 天左右，所以整个成虫期皆进行生殖活动。其交配前期約为 2 天，产卵前期 4 天，产卵期 8 天左右。

12. 从粘虫的生殖与飞翔关系看来，迁飞所表現的特征是：(1)雌雄同时起飞；(2)雌雄羣聚在一起飞；(3)交配产卵前飞翔活动剧烈，因而粘虫成虫性成熟飞翔期中可能发生迁飞現象。

参 考 文 献

刘增义、陈瑞鹿、李綿春，1956。粘虫及其預測預报。財經出版社，北京。

吳秋雁、郭郛，1963。粘虫咽側体对卵巢发育与成熟的作用。昆虫学报，**12**(4)：402—11。

林昌善、郑臻良，1958。有效温度法則在我国粘虫发生地理学上的检驗。昆虫学报，**8**(1)：41—56。

张彤文等，1962。山东省粘虫发生规律研究。植保学报，**1**(3)：296—300。

Bünning, E., 1959. Physiological mechanism and biological importance of the endogenous diurnal periodicity in plants and animals. *Photoperiodism and related phenomena in plants and animals.* (R. B. Withrow 編) 507—30.

Callahan, P. S. & J. B. Chapin, 1960. Morphology of the reproductive systems and mating in two representative members of the family Noctuidae, *Pseudaletia unipuncta* and *peridroma margaritosa,* with comparison to *Heliothis zea. Ann. Ent. Soc. Amer.* **53**:763—82.

Flaschenträger, B., E. Amin, & Jarczyk, H. J., 1957. Ein Lockstoffanalysator für Insekten. *Microchimica Acta,* **3—4**:385—9. (未見原著)

Hammad, S. M. & Jarczyk, H. J., 1958. Contributions to the biology and biochemistry of the cotton leafworm, *Prodenia litura* F. III. The morphology and histology of the sexual scent organ in the female moth of *Prodenia litura* F. (Lepidoptera: Agrotidae—Zenobiinae) *Bull. Soc. Ent. Egypte.* **42**:253—61.

Harker, J. E., 1960. Endocrine and nervous factors in insect circadian rhythms. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* **25**:279—86.

Harker, J. E., 1961. Diurnal rhythms. *Ann. Rev. Ent.* **6**:131—46.

Imms, A. D., 1957. *A General Textbook of Entomology.* (Revised by O. W. Richards and R. G. Davies.) Methuen, London.

Johnson, C. G., 1960. A basis for a general system of insect migration and dispersal by flight. *Nature,* **186**:348—50.

Karlson, P. & Butenandt, A., 1959. Pheromones (Ectohormones) in insects. *Ann. Rev. Ent.* **4**:39—58.

Lees, A. D., 1960. Some aspects of animal photoperiodism. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* **25**:261—8.

Omura, S., 1938. Studies on the reproductive system of the male of *Bombyx mori.* II. Post-testicular behavior of the spermatozoa. *J. Fac. Agri. Hokkaido Imp. Univ.* **40**:129—70.

Stobbe, R., 1912. Die abdominalen Duftorgane der mannlichen Sphingiden und Noctuiden. *Zool. Jahrb. Anat.* **32**:493—532. (未見原著)

STUDIES ON THE REPRODUCTION OF THE ARMYWORM, *LEUCANIA SEPARATA* WALKER (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE)

I. THE BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ADULTS

Quo Fu, Wu Tsiu-ngun, Tsai Hui-leo & Liu Ching-lung
(Institute of Zoology, Academia Sinica)

The armyworm is one of the serious pests in our country. In the past two years we studied the general characteristics of reproduction in this migratory insect, such as the gross anatomy of the internal reproductive systems, the sexual scent organs, the nocturnal rhythm of sexual activity, the fecundity and the parthenogenesis, etc. We found that the males are provided with the scent brush in the 1st abdominal sternite and the females with sac-like membranes between the 7th and 8th abdominal segments, where the sexual scent glands are situated. The adults need a sufficient amount of sugar or honey as the supplementary nutrient for egg-ripening, otherwise, they will soon die. Both the males and females simultaneously begin their periodic rhythmatic flight activity at 7 p.m. just as the sun sets. The maximum egg number is 1943 in our experiments, while the average egg number is about 800—900. Although the parthenogenetic females, which had been isolated artificially, would lay their eggs, all the parthenogenetic eggs did not hatch out in out experiments.

By considering the related facts existing between migration and reproduction of the armyworm, we suggest that the nuptial flight may be the initial cause of migration of this insect. The characteristics of relationship between the reproductive activity and the migration are as follows. i. Both the males and females are flying simultaneously, and this is regulated by the internal periodic rhythm; ii. The females accompany the males to fly away in swarms, presumably each attracting the other by the pheromonal stimulus or other means; iii. The migratory flight takes place just before the copulation and oviposition. From the study on ontogenetic development it was found that the armyworm do not have diapause in any stage. If the armyworm be subjected in larval or pupal stage to the stimulus of unfavorable factor or factors, the adults necessarily migrate to a new habitat suitable for themselves and their offspring.